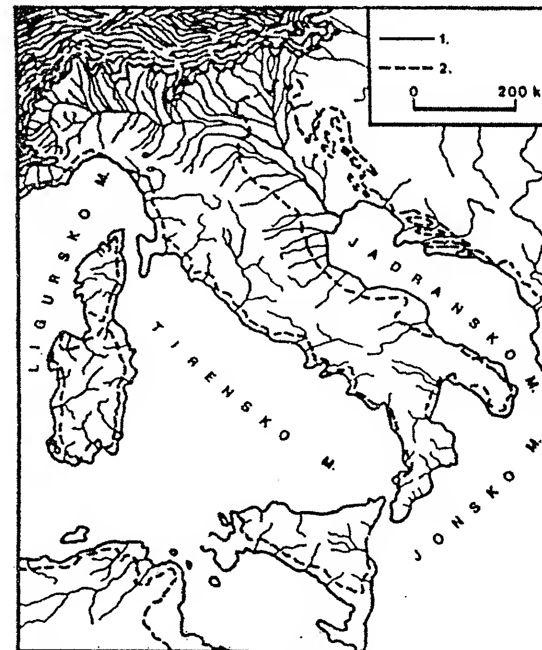
Др Томислав Ракићевић

КОЛЕБАЊЕ КЛИМАТА И ПРОМЕНЕ НИВОА СВЕТСКОГ ОКЕАНА

Промена нивоа Светског океана један је од основних показатеља општих геофизичких процеса на Земљи као планети, а посебно климатских колебања. Термин Светски океан увео је у науку руски географ и океанограф J. М. Шокаљски (1856-1940), подразумевајући под њим сва мора и океане на Земљи као јединствену целину и воде чија је битна одлика сланост - салинитет.

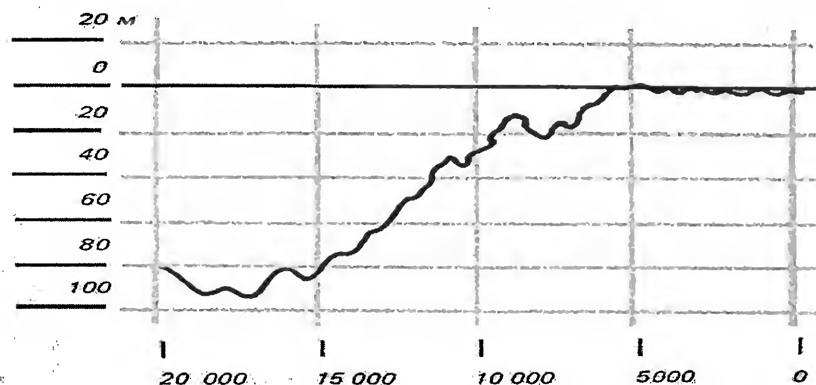
Граница између континената и океана (копна и мора) протеже се на дужини од око 450 хиљада км. Односно, њом би могли 11 пута да обавијемо Земљу по екватору. Ова граница је веома непостојана. Мења се не само у току дана (због плиме и осеке), већ померање обалске линије настаје и услед промена ваздушног притиска, налета снажних ветрова, абразионих процеса, проширивања делти, вертикалним кретањима Земљине коре и многих других узрока. На пример, у последњих 60 година, због издизања копна и повлачења мора, континентални део Финске повећан је за више од 1000 км^2. На другој страни, у неким деловима света, спуштањем терена море се „издиже" - надире на копно. Тако Холанђани последњих година надзиђују своје насипе да би се заштитили од мора које надолази. Археолошки налази и остаци грађевина (путева, зграда) на обалама Средоземног, Јадранског и Црног мора, показују да се морски ниво у последњих 2500 година издигао за око два метра. Али, док приморје Истре и Далмације тоне, италијанска обала се издиже и море повлачи. Зато је Адрија - некада важна морска лука, по којој је Јад-



Ск. 1. Обале Јадранског и околних мора у време вирмског глацијала (1) и њихов садашњи изглед (2)

ранско море и добило име, данас више од 20км дубоко у копну.

Посебно брзе и велике промене нивоа Светског океана биле су током



Ск. 2. Промена нивоа Светског океана у протеклих 20.000 година

квартара или антропогена (грчки антхропоген-човек), тј. у последњем периоду геолошке историје Земље, чија се дужина, по разним ауторима, процењује од 600 хиљ. до 1,5 мил. година. Промена нивоа Светског океана пратила је смену хладних и топлих фаза - глацијала и интерглацијала. Током квартара сменило се четири глацијала (Гинц, Миндел, Рис и Вирм), у којима се ниво океана спуштао и три интерглацијала у којима је долазило до његовог пораста. Последњи, вирмски глацијал у Европи почео је пре око 70.000, а завршио се пре 10.000 година. Дакле, трајао је око 60.000 година. У време његове максималне фазе (пре око 20.000 година), површине под ледом на северној полулопти, не узимајући у обзир залеђење просторе Северног Леденог океана, захватале су око 26,8 мил. км^2. Формирање и ширење моћних континенталних ледника - инландајса у Сев. Америци, Европи и Сибиру, одвијало се пуних 50.000 година. Међутим, њихово отапање обавило се за „само" 10.000 година. Ово је имало за последицу издизање морског нивоа (по разним ауторима), од 97 до 130 метара, који је своју садашњу висину достигао пре 7 до 8 хиљада година. Према томе, у релативно кратком временском периоду ниво Светског океана је претрпео значајне промене.

САВРЕМЕНЕ ПРОМЕНЕ МОРСКОГ НИВОА

Како у протеклих седам миленијума ниво Светског океана није значајније колебао, закључује се да је клима у овом периоду била релативно стабилна. Међутим, у последњој четвртини 19. века, дошло је до осетног отопљавања климата. Општи пораст температуре ваздуха на Земљи у последњих 100-150 година (по М. И. Будику за 0,6°C), сматра се да је углавном последица тзв. ефекта стаклене баште, односно повећање концентрације угљен-диоксида и других гасова у атмосфери чија емисија прати многе људске делатности. Упијајући топлотне зраке које Земља одаје дуготаласним израчивањем ови гасови доводе до глобалног загревања и убрзаног отапања леда. Тако се,



Ск. 3. Ниска равничарска приморја озбиљно су угрожена издизањем нивоа мора и океана

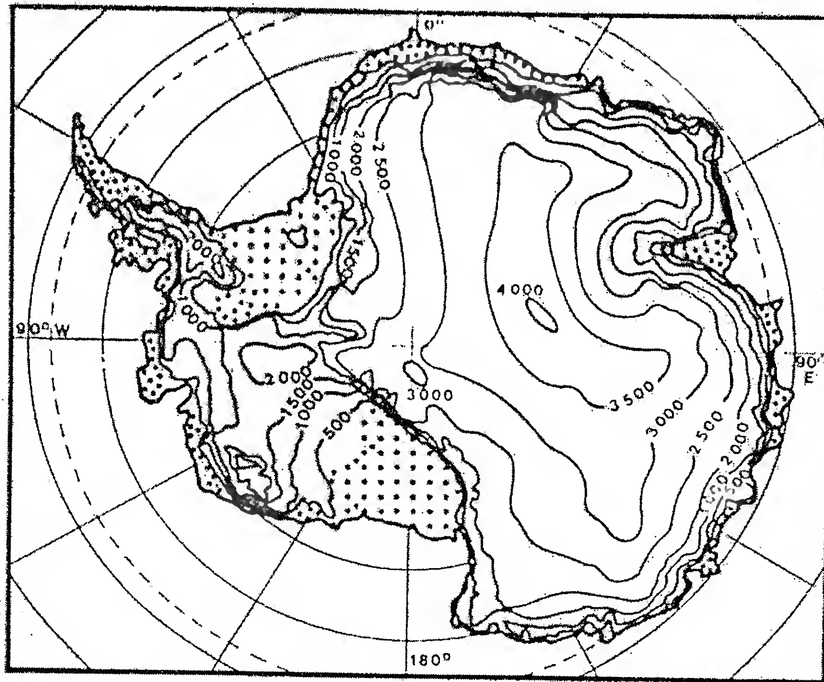
према неким експертима (H. Flon i J. Blitgen), укупна маса леда, претежно на Антарктиди и Гренланду, годишње у просеку смањује за око 250 км^3, што је изазвало приметно подизање нивоа Светског океана и озбиљно забринуло земље са ниским обалама и равничарским приобаљем.

Пораст нивоа Светског океана највише угрожава Бангладеш, земљу која највећим својим делом лежи у делти Ганга и Брамапутре. Издизањем морског нивоа за метар и по (колико се очекује до краја 21. века), једна шестина територије Бангладеша, на којој данас живи више од 15 милиона људи, нашло би се под сланим водама Индијског океана, а више стотина мајушних коралних острва у Малдивском архипелагу претворило у подводне хриди. Страхује се да би и многа од око 300 настањених острва овог архипелага, данас под кокосовим палмама, хлебним дрветом, бананама и агрумима, океан могао да потопи. Такође, близу 25 милиона становника у 36 малих пацифичких острвских држава, живи у страху од потопа. Са неких од ових острва типа атола становништво се већ исељава јер океан бујa - расте и озбиљно прети.

Споро, али постојано, издизање морског нивоа забрињава и Египат, посебно због делте Нила свог најгушће насељеног и најзначајнијег простора. Алармантна упозорења долазе са Универзитета у Солуну јер многи делови овог града леже готово у нивоу мора чији би пораст угрозио аеродром „Макра", затим путеве у приобаљу, изворе водоснабдевања, канализациону мрежу. Појавиле би се и мочваре са заслањеном водом и издигле подземне воде, што би нанело велике штете вртовима, баштама и воћњацима марљивих житеља у приобалном појасу Солунског залива. Сличним или истим невољама биће изложени многи приморски градови са својом околином широм глобуса. Зато је неопходно, што пре и што више, скратити емисију гасова који изазивају ефекат стаклене баште, односно зауставити убрзано отпадање ледника и пораст нивоа Светског океана, процесе који се већ увелико одвијају.

Ипак, прецизна мареографска мерења показују да пораст нивоа Светског океана није толико узнемиравајући. Разуме се, упозорења треба озбиљно

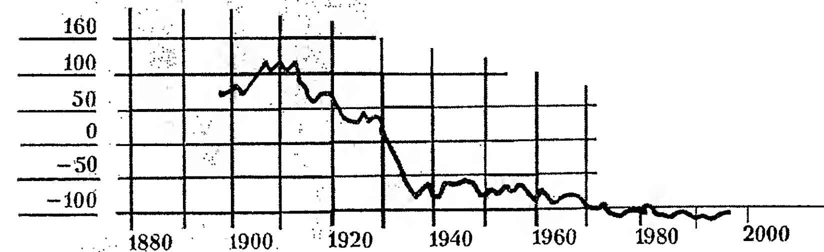
схватити. Наиме, на основу података са преко 1000 мареографских станица, на којима се редовна осматрања морског нивоа обављају најкраће 20, а најдуже 180 година, утврђено је да висина мора у просеку „расте" 1,5 мм годишње. Односно, да је ниво Светског океана за протеклих 100 година постао виши за око 15 цм. Како ће се процес „издизања мора" у наредним деценијама одвијати тешко је тачно предвидети. У сваком случају реч је о сантиметрима. Али, колико ће то сантиметара бити није лако утврдити јер промена нивоа Светског океана зависи не само од климатских колебања и отапања леда, већ је у вези и са топлотним ширењем воде, а посебно са савременим вертикалним кретањима Земљине коре - епирогеним издизањем континенталних блокова и спуштањем дна океанских басена. Осим тога, промена морског нивоа закашњава за температурним токовима (у просеку за 19 година), како тврди Rudolf Klige, а зависи и од „задржавања" воде на копну. На пример, у највећим вештачким језерима широм света сконцентрисано је преко 5.000 км^3 воде. Да је сва ова вода дошла у мора и океане ниво би им био виши за 1,5 цм. Повећана потрошња воде за наводњавање и њено



Ск.4. Антарктида под моћним леденим покривачем и „шелфским ледницима" у Веделовом и Росовом мору (представљени тачкама)

коришћење у разне друге сврхе на копну, такође, успорава пораст морског нивоа.

Ако се постојећи тренд пораста нивоа Светског океана настави до краја 21. века, могао би, према најчешћим проценама, да буде виши од садашњег за 1,0 до 1,5 м. Али, постоје и прогнозе по којима се већ у наредне три деценије предвиђа пораст морског нивоа за 3,5 м, као и мишљења да мора и океани до



Ск. 5.Просечно спуштање нивоа највећих уворних језера Европе и Азије током 20. века

2050. године неће нарасти више од 50 цм. Има и прорачуна (G. Kalinjin, R. Klige), да ће сваки пораст температуре ваздуха за 1,0°С, пратити подизање морског нивоа за 7-8 м. У наредних 100 година очекује се, због ефекта стаклене баште, глобални пораст температура за 1,5 до 3,0°С. Оволике разлике у прорачунима и истраживањима указују да је колебање нивоа Светског океана веома сложено питање. Ипак, оне су изван допустивих граница у проучавањима која се обављају савременим егзактним методама и за расправе које претендују да буду научне. Ово на жалост, у знатној мери, чини да се проблем пораста морског нивоа не прима са озбиљношћу какву заслужује. Више се сматра да је то академско питање, а не проблем од изузетног практичног, па и егзистенцијалног значаја.

Посебно забрињава могућност и опасност да општим отопљавањем климата, тзв. западноантактичка ледена плоча, услед више температуре леда и повећане количине воде у њој, постане лабилнија, покрене се и заједно са пространим „шелфским ледницима" у Веделовом и Росовом мору „склизне" у океан и убрзо отопи. Овим би се ниво Светског океана издигао за читавих шест метара. Нека палеогеографска и палеоклиматска проучавања дозвољавају претпоставку да се нешто слично већ догодило у претходном интерглацијалу (рис/вирм), чија је дужина трајања износила око 40.000 година. Односно, овај интерглацијал је почео пре 110.000 а завршио се пре 70.000 година. Западна Атлантида представља у суштини полуострво, које је продорима Веделовог и Росовог мора, одвојено од осталог далеко пространијег дела „Леденог континента" (Ск. 4).

С обзиром да је сваки интерглацијал био хладнији од оног који му је претходио, то би и садашњи холоцен требало да буде мање топао од претход-

ног (рис/вирм) интерглацијала. Утолико пре, што су у њему „остале" на Земљи велике површине под ледом (Антактида и Гренланд), које, као озбиљан климатски модификатор, утичу на снижавање температуре ваздуха. Објективно, моћни ледници Антарктиде и Гренланда успоравају и умањују савремено глобално отопљавање. Осим ако ефекат стаклене баште и други антропогени чиниоци, као убрзано повећавање производње енергије, која се у крајњој линији претвара у топлоту, не учине да холоцен постане изузетак у односу на претходне интерглацијале.

Док је ниво океана и мора током 20. века имао тенденцију постепеног пораста, дотле су језера, посебно уворна, језера са притокама а без отока, константно снижавала свој ниво и смањивала површину. Од почетка столећа до 80-тих година ниво ових језера је опао у просеку за 1,5 м. Каспијско језеро је снизило свој ниво за 3 метра, Велико Слано језеро - 3,5 м, Исик Куљ у Казахстану - 4,3 м, а језеро Кингхај у северном Тибету, чак за 11 метара. Велико Слано језеро у САД, за последњих 100 година, изгубило је 50% масе своје воде, а површина Каспијског језера се смамила за 28.000 км^2 (А. Величко). Без сумње пораст температура, повећано испаравање, као и смањена количина падавина у централним деловима континената, довели су до снижавања нивоа језера. Промена нивоа уворних језера и језерског нивоа уопште, поуздан су и прворазредан показатељ климатских колебања у њиховим сливовима.

КОЛЕБАЊЕ КЛИМАТА И НАСЕЉАВАЊЕ АМЕРИКЕ И ЕВРОПЕ

Почетак квартара (антропогена) означен је наглим захлађењем. Природа као да није била наклоњена човеку који се појавио (питекантроп) у горњем плиоцену, да би током квартара прошао развојни пут од синантропа и наендерталца до човека садашњег типа, који је у другој половини плеистоцена овладао културом палеолита. Сматра се да је релативно брзо смењивање глацијала и интерглацијала током плеистоцена позитивно утицало на развој човека као биолошке врсте. Суочен са хладноћом човек је био приморан да јој се прилагођава склањањем у пећине, облачењем у коже животиња, одржавањем ватре. Хладноћа, односно отежани животни услови, окупљали су и обједињавали првобитне људске колективе, подстицали рад, говор, мишљење, интелигенцију, сналажење.



Ск. 6. Путеви насељавања Северне и Јужне Америке првих досељеника из Азије

Промене климата допринеле су и ширењу људског рода на нове територије. Наиме, у погоршаним климатским условима људи су били приморани да се селе, да траже

богатија ловишта, поузданије изворе хране и уопште повољније услове живота. Ова кретања становништва су не само подстицана климатским колебањима већ, у неким случајевима, без великих климатских промена, сеобе не би ни биле могуће. На пример, за време последњег вирмског глацијала, у периоду његове најинтензивније фазе (пре око 20 хиљада година), када је ниво мора и океана услед „задржавања" велике количине воде на копну у виду леда, био за 100, а вероватно и нешто више метара нижи од садашњег, дошло је до спајања два најпространија континента - Азије и Америке. Односно, уместо данашњег Беринговог мореуза који одваја Чукотско полуострво од Аљаске, формиран је својеврстан „копнени мост" широк преко 1000 км. Његов јужни део под утицајем Тихог океана имао је релативно благу климу, тј. био је слободан од леда и под тундром, а делом и тајгом. Ово је омогућило прелажење тадашњих житеља Азије на Аљаску и постепено насељавање Северне и Јужне Америке. Дакле, Индијанци - староседеоци Америке, пореклом су из Азије и представљају блиске сроднике данашњих Монгола.

Изнето схватање, које има много присталица, засновано је на аргументима као што су сличност географске и животне средине североисточне Азије и северозападне Америке, што је олакшавало адаптацију и аклиматизацију новодошлих становника, затим идентичност каменог оруђа пронађеног у људским становима у оба дела света, а посебно етничка и антрополошка блискост америчких Индијанаца са Монголима и Татарима у Азији. Осим тога, нема поузданијих доказа да је човек живео на тлу Америке пре више од 20.000 година. Према томе, по свему судећи, далеки предак савремених Индијанаца „открио је Америку" у време када је она (у вирмском глацијалу), природним копненим мостом била повезана са Азијом.

Савремени интерглацијал - холоцен, који чешће називамо постглацијал, почео је пре 10.000 година наглим отопљавањем. Европу, ослобођену пространог континенталног ледника - инландајса, посебно у фази тзв. посглацијалног климатског оптимума (пре 7000 до 6000 година), почели су да насељавају народи са Иранске висоравни и Индијског подконтинента. Зато језици многих европских народа у својим коренима имају доста заједничког са санскритом - језиком древне Индије. Отуда они спадају у групу индо-европских језика, а већина народа Европе сврстана је у једну од основних раса људског рода - у индо-европоску групу народа.

Краћи периоди отопљавања у историјском периоду, такође су доприносили открићу нових земаља. У раном средњем веку, у тзв. другом климатском оптимуму или малом оптимуму, наступило је осетно отопљавање. Половином IX века пливајући лед у северном Атлантику сасвим се проредио. Према нордијским сагама, Ф. Вилгердсон 865. године, као први Норвежанин, досеже обале Исланда. Око 985. године Ерик Риђи са Исланда долази на Гренланд и с правом му даје име „Зелена земља". Наиме, најновија проучавања заснована на односима изотопа кисеоника у наслагама леда, потврђују да је Ерик Риђи допловио на Гренланд крајем најдужег топлог периода са највишим температурама које су се икада јавиле у овом региону. Син Ерика Риђег, по имену Лајф, око 1000. године долази на обале Северне Америке. Дакле, Викинзи по други пут „откривају Америку".

Археолошки и други индикатори показују да је епоха „малог климатског оптимума" у Северној Америци продужена до око 1300. г. Затим је наступило нагло захлађење, названо „мало ледено доба" (1450-1850). Ледене санте и брегови онемогућују пловидбу северним Атлантиком. Прекида се веза између Европе и Северне Америке и заборављају открића и путовања Викинга. Тако Христофор Колумбо, својим једрењацима ношеним пасатским ветровима, поново открива „Нови континент" 1492. године, готово пуних 500 година после Лајфа. Не само да су открића Викинга заборављена, већ су и њихове колоније на Гренланду и североисточним обалама Северне Америке, трагично завршиле. У периоду 1650-1850., лед окива обале Исланда и до 40 недеља годишње, што најбоље говори о суровости климе ове епохе, па влада Данске (1784. г.), озбиљно разматра пресељавање Исланђана у Европу (Ј. Блитген).

Узроци краткотрајних колебања климе током холоцена свакако су различити. Међутим, отопљавање климата током последњих 150 година, без сумње је у најтешњој вези са људском делатношћу. Али, оно сигурно није само последица антропогених фактора и ефекта стаклене баште. Уосталом, стална промењљивост и „неухватљивост" битна је одлика климе наше планете, а узроци и поводи климатским колебањима још су у границама претпоставки. Односно, промене, варијације и колебања климе са свим последицама које их прате, не могу се поуздано предвидети и поред тога што су проучавања савремених трендова и тенденција климатских колебања у центру пажње климатолога широм света.